

ANALISIS PROXIMATE DAN NILAI KALOR BRIKET HYBRID (BROWN COAL – KULIT DURIAN) DENGAN PEREKAT LIQUID VOLATILE MATTER (LVM) YANG DI PREPARASI DENGAN METODE PIROLISIS

Erzam S. Hasan¹, Muhammad Jahiding², Jumiati Arsyad²

¹Jurusan Geofisika, Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumian, Universitas Halu Oleo, Kendari

²Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Halu Oleo, Kendari
Email : erzam_hasan@yahoo.co.id

Abstrak

Research on briquette quality hybrid by proximate analysis, calorific value, and a flame test has been conducted. Briquettes hybrid made by using Liquid Volatile Matters (LVM) as the glue. The LVM was varied with the composition of 5%, 10%, 15% of the sample. Hybrid briquettes have a calorific value ranging between 5144,79kal / g - 6922.07 cal / g. Rising temperatures are also likely to affect the timing and duration of the test flame hybrid briquettes. The higher the pyrolysis temperature and adhesive composition Liquid Volatile Matters (LVM) the longer briquettes burning flame time.

Keywords: *Brown coals, durian skin, Liquid Volatile Matters, pyrolysis, briquettes hybrid, the proximate analysis*

1. PENDAHULUAN

Keberadaan bahan bakar yang semakin mahal dan langka, menjadi sebuah masalah. Sedangkan dalam industri di Indonesia mayoritas membutuhkan adanya bahan bakar. Tidak hanya di industri tetapi juga untuk kebutuhan rumah tangga sehari-hari. Hasil penelitian Hatta Violet [1]. Menunjukkan, sampah organik di Indonesia mencapai 60-70% dari total volume sampah yang dihasilkan, sehingga apabila diabaikan maka dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Solusi untuk mengatasi sampah adalah dengan cara mendaur ulang/ memanfaatkan sampah yang sebenarnya masih memiliki nilai guna lain, untuk menjadi sesuatu yang masih dapat kita pakai. Salah satu jenis sampah yang potensial adalah sampah organik yang dihasilkan buah durian, berupa kulit. Meskipun kulit durian adalah sampah organik, yang dapat diurai secara alami oleh dekomposer, namun dibutuhkan waktu yang cukup lama.

Penelitian ini dengan menggunakan alat pirolisis tersebut. untuk mengetahui kualitas briket terlebih dahulu yaitu menganalisis nilai-nilai proximate dan nilai

kalor serta uji nyala briket tersebut. Proses pirolisis merupakan proses dekomposisi bahan yang mengandung karbon, baik yang berasal dari tumbuhan, hewan maupun barang tambang menghasilkan arang (karbon) dan asap yang dapat dikondensasi menjadi destilat. Karbon hasil pirolisis dapat dimanfaatkan menjadi bahan bakar padat [2].

Pada alat proses pirolisis nantinya bahan sampel akan di karbonisasi dengan aktivasi suhu 400-700 °C menggunakan sampel kulit durian yang di preparasi dengan batubara mudah. Dimana proses karbonisasi bertujuan untuk meningkatkan nilai kalor. Kedua sampel tersebut telah melalui proses pengeringan. Tujuan pengeringan pada batu bara (*coal drying*) bertujuan untuk menghilangkan atau menurunkan kadar air yang terkandung pada batubara, sehingga dengan berkurangnya moisture content ini mampu meningkatkan nilai kalor dari batubara. Hasil karbonisasi melalui pirolisis inilah yang nantinya akan menghasilkan *Liquid Volatile Matter (LVM)* yang akan di gunakan sebagai perekat briket dengan komposisi 5%,10% dan 15%.

Asap cair menurut Darmadji [3] merupakan campuran larutan dari dispersi asap kayu dalam air yang dibuat dengan

mengkondensasikan asap hasil pirolisis kayu. Asap cair mengandung berbagai senyawa yang terbentuk karena terjadinya pirolisis tiga komponen kayu yaitu selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Lebih dari 400 senyawa kimia dalam asap telah berhasil diidentifikasi.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Durian

Buah durian bertipe kapsul berbentuk bulat, bulat telur hingga lonjong, dengan panjang hingga 25 cm dan diameter hingga 20 cm. Kulit buahnya tebal, permukaannya bersudut tajam (berduri, walaupun ini bukan duri dalam pengertian botani), berwarna hijau kekuning-kuningan, kecoklatan, hingga keabu-abuan. Buah berkembang setelah pembuahan dan memerlukan waktu 4-6 bulan untuk pemasakan. Pada masa pemasakan terjadi persaingan antarbuah pada satu kelompok, sehingga hanya satu atau beberapa buah yang akan mencapai kemasakan, dan sisanya gugur. Buah akan jatuh sendiri apabila masak. Pada umumnya berat buah durian dapat mencapai 1,5 – 5,0 kilogram.

2.2 Briket

Briket adalah gumpalan yang terbuat dari bahan lunak yang dikeraskan, Sedangkan briket kulit durian adalah gumpalan-gumpalan atau batangan-batangan arang yang terbuat dari arang kulit durian. Berdasarkan beberapa data tentang produk konversi minyak seharusnya pemerintah bisa membuat kebijakan untuk lebih mendorong masyarakat untuk memanfaatkan limbah kulit durian sebagai produk briket kulit durian yang nantinya dapat dimanfaatkan sebagai produk biogas sebagai substitusi minyak tanah, tentunya dengan metode tersebut masalah pencemaran lingkungan limbah kulit durian juga akan teratasi dengan baik, dengan efektif dan efisien, disamping itu dengan adanya usaha

pemanfaatan pengolahan kulit durian sebagai produk briket bernilai ekonomis akan meningkatkan perekonomian masyarakat pedagang durian [4]. Untuk hasil proximate kulit durian dapat di lihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Analisis proximate dan nilai kalor kulit durian

Property	%Basis Kering
Kandungan air	14,5
Abu	0,4
Volatile matter (Zat terbang)	64,4
Fixed carbon (Karbon tetap)	20,7
Higher heating value HHV(Mj/kg)	13,8

Sumber : Ref[4]

2.3 Batu Bara

Batubara merupakan salah satu batuan sedimen organik yang dapat terbakar karena berasal dari sisa-sisa kehidupan dan menjadi padat setelah tertimbun oleh lapisan diatasnya. Lapisan batubara terletak di bawah permukaan tanah, pasir, padas, cadas dan lempung biru. Batubara pada dasarnya adalah karbon (C) yang didapat dari tambang dengan kualitas berbeda-beda karena tercampur dengan bahanbahan lain yang tergantung pada kondisi tambangnya. Hal-hal yang menentukan mutu batubara antara lain adalah nilai kalorinya. Karena batubara berasal dari fosil tumbuhan yang tertimbun di dalam tanah, maka semakin tua umurnya semakin tinggi nilai kalorinya [5].

Tabel 2. Hasil Analisa Laboratorium Sampel Batubara Kolaka Utara

Parameter	Nilai
Zat Terbang (%)	44,16
Abu (%)	9,06
Kadar Air (%)	7,66
Fixed Carbon (%)	43,26
Nilai Kalor (kkal/kg)	4170,38

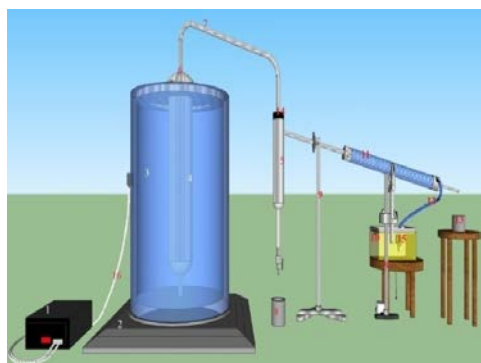
Sumber : Ref [6].

2.4 Pyrolysis

Pirolisis adalah dekomposisi kimia bahan organik melalui proses pemanasan tanpa atau sedikit oksigen atau reagen lain, dimana material mentah akan mengalami pemecahan struktur kimia menjadi fase gas. Pirolisis atau devolatilisasi adalah proses fraksinasi material oleh suhu. Proses pirolisis dimulai pada temperatur sekitar 230 °C, ketika komponen yang tidak stabil secara termal, dan volatile matters pada sampah akan pecah dan menguap bersamaan dengan komponen lainnya. Produk cair yang menguap mengandung tar dan *polyaromatic hydrocarbon*. Produk pirolisis umumnya terdiri dari tiga jenis, yaitu gas tar (H_2 , CO, CO_2 , H_2O dan CH) (*pyrolytic oil*), dan arang.

Parameter yang berpengaruh pada kecepatan reaksi pirolisis mempunyai hubungan yang sangat kompleks, sehingga model matematis persamaan kecepatan reaksi pirolisis yang diformulasikan oleh setiap peneliti selalu menunjukkan rumusan empiris yang berbeda [7].

Plastik merupakan polimer yang berat molekulnya tidak bisa ditentukan, ataupun dihitung. Karena itu, kecepatan reaksi dekomposisi didasarkan pada perubahan massa atau fraksi massa per satuan waktu. Produk pirolisis selain dipengaruhi oleh suhu dan waktu, juga oleh laju pemanasan [8].



Gambar 1. Alat Pirolisis

2.5 Liquid Volatile Matter (LVM)

Asap cair merupakan suatu hasil kondensasi atau pengembunan dari uap hasil pembakaran secara langsung maupun tidak langsung dari bahan-bahan yang banyak mengandung lignin, selulosa, serta karbon. Liquid Smoke (Asap Cair) merupakan suatu hasil destilasi atau pegembunan dari uap hasil pembakaran tidak langsung maupun langsung dari bahan yang banyak mengandung karbon dan senyawa-senyawa lain. Bahan yang digunakan untuk membuat asap cair adalah kulit durian. Sehingga asap cair yaitu hasil pendinginan dan pencairan asap dari kulit durian yang dibakar dalam tabung tertutup yang disambung dengan alat kondesor. Asap yang semula partikel padat didinginkan dan kemudian menjadi cair itulah yang disebut dengan asap cair.

Pembuatan asap cair menggunakan metode pirolisis yaitu penguraian dengan bantuan panas tanpa adanya oksigen atau jumlah oksigen yang terbatas. Asap cair dapat digunakan untuk pengawetan kayu, yaitu sebagai lapisan luar pada kayu yang diolesi dengan menggunakan asap cair mempunyai ketahanan terhadap serangan rayap dari kayu yang tanpa diolesi asap cair.

Asap diartikan sebagai suatu suspensi partikel partikel padat dan cair dalam medium gas. Asap cair merupakan campuran larutan dari dispersi kayu dalam air yang dibuat dengan nmengkondensasikan asap cair hasil pirolisis kayu [9].

Asap cair merupakan suatu hasil kondensasi atau pengembunan dari uap hasil pembakaran secara langsung maupun tidak langsung dari bahan-bahan yang banyak mengandung lignin, selulosa, hemiselulosa serta senyawa karbon lainnya. Bahan baku yang banyak digunakan antara lain berbagai macam jenis kayu, bongkol kelapa sawit, tempurung kelapa, sekam, ampas atau serbuk gergaji kayu dan lain sebagainya. Selama pembakaran, komponen dari kayu akan mengalami pirolisa menghasilkan berbagai macam senyawa antara lain fenol, karbonil, asam, furan, alkohol, lakton, hidrokarbon, polisiklik aromatik dan lain sebagainya.

3. PROSEDUR PENELITIAN

Langkah-langkah penelitian diuraikan sebagai berikut :

1. Mengambil sampel kulit durian dan batubara muda yang telah di keringkan selama 7 hari di bawa sinar matahari.
2. Pembuatan arang briket hybrid dengan metode pirolisis

Proses pembuatan arang briket hybrid dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Mengatur alat pirolisis seperti Gbr. 2.
- b. Menimbang kulit durian 0,3 kg.
- c. Memasukkan kulit durian ke dalam reaktor pirolisis.
- d. Mengatur temperatur pirolisis pada 400°C, setelah mencapai temperatur 400°C maka temperatur dipertahankan selama 5 menit.
- e. Menampung LVM hasil kondensasi dalam gelas ukur, dimana temperatur kondensor 29°C.
- f. Menurunkan temperatur pirolisis dengan cara mengatur temperatur alat pirolisis pada 27°C yang berlangsung selama ± 6 jam.
- g. Mengukur volume LVM.
- h. Menyaring LVM.
- i. Mengulangi langkah b-h untuk temperatur 500°C, 600°C dan 700°C.

3. Membuat briket hybrid (brown coal-kulit durian)

- a. Menggerus sampel arang briket hybrid (batubara muda dan kulit durian)
- b. Mengayak sampel briket (batubara muda dan kulit durian) dengan menggunakan ukuran mesh 60 mesh dan 100 mesh
- c. Menimbang sampel briket hybrid (batubara muda dan kulit durian)
- d. Mencampur briket hybrid (batubara muda dan kulit durian) dengan perekat *liquid volatile matter* dengan presentase 5%,10% dan 15%
- e. Mencetak briket hybrid (batubara muda dan kulit durian) dengan cetakan silinder

4. analisis Proximate

a. Kadar Air

Sampel Briket *Hybrid* (paduan kulit durian dengan batu bara muda), dapat ditentukan kadar airnya dengan pemanasan 105⁰C kedalam tanur selama ±30 menit dan didinginkan kedalam desikator selama ±15 menit selanjutnya ditimbang massanya. Untuk analisis penentuan presentase kadar air dari sampel tersebut dapat dilihat pada persamaan berikut :

$$Kadar\ Air\ (\%) = \frac{[MS - (MC + SP(105^\circ C)) - MCK] \times 100\%}{MS} \dots\dots(1)$$

Keterangan :

- MCK : Massa cawan kosong (gram)
- MS : Massa sampel (gram)
- MC+SP (105⁰C) : Massa cawan + sampe setelah pemanasan pada suhu 105⁰C (gram)

b. Volatile Matter

Kandungan volatile matter biobriket atau bioarang dari kulit durian dapat di tentukan dengan menggunakan persamaan :

$$Volatile\ Matter\ \% = Kadar\ Zat\ Hilang\ (KZH)(750^\circ C) - Kadar\ Air$$

$$KZH\ (\%) = \frac{[MS - (MC + SP(750^\circ C)) - MCK] \times 100\%}{MS} \dots\dots(2)$$

Keterangan :

- KZH : Kadar Zat Hilang
- MCK : Massa cawan kosong (gram)
- MS : Massa sampel (gram)
- MC+SP (750⁰C) : Massa cawan + sampel setelah pemanasan pada suhu 750⁰C (gram)

c. Kadar Abu

Kadar Abu biobriket atau bioarang dari kulit durian di tentukan menggunakan tanur pada suhu 400⁰C. Perhitungan kadar abu dapat dihitung dengan persamaan :

$$Kadar\ Abu\ (\%) = \frac{[MS - (MC + SP(400^\circ C)) - MCK] \times 100\%}{MS} \dots\dots(3)$$

Keterangan :

- MCK : Massa cawan kosong (gram)
- MS : Massa sampel (gram)
- MC+SP (105⁰C) : Massa cawan + sampel setelah pemanasan pada suhu 400⁰C (gram)

d. Fixed Carbon

Kadar karbon terikat (*Fixed Carbon*) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$Fixed\ Karbon = [(100) - (Kadar\ Air(\%) + Volatile\ Matter(\%)+Kadar\ Abu(\%))..... (4)$$

e. Nilai Kalor

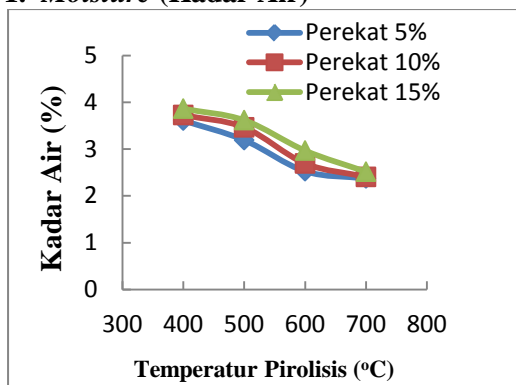
Nilai kalor biobriket atau bioarang dari kulit durian di analisis menggunakan DSC 4000 Perkin Elemer (*Differential Scanning Calorimeter*).
microwave.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Proximate Bahan Baku Briket Hybrid (Brown Coal – Kulit Durian)

Preparasi bahan sampel (Brown Coal-Kulit Durian) untuk proses pembuatan biobriket dengan metode pirolisis. dari hasil metode pirolisis melalui proses temperatur yang berbeda yaitu temperatur 400 °C, 500°C, 600°C, dan 700°C dengan jenis perekat asap cair (*Liquid Volatile Matter*) dari kulit durian. Selanjutnya dilakukan analisis proximate. Proses Analisis proximate ini bertujuan untuk mengetahui kualitas briket hybrid yang akan dijadikan sebagai bahan bakar alternatif. Proses ini dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Moisture (Kadar Air)

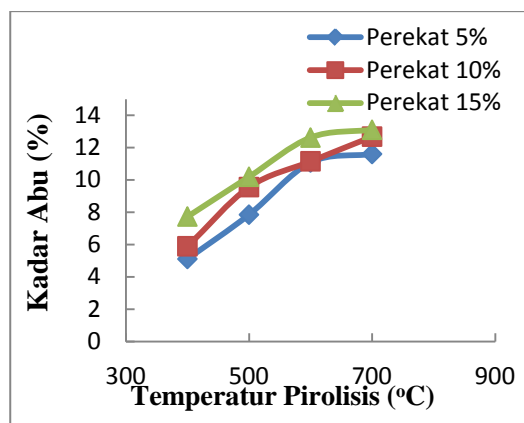


Gambar 2. Grafik Hubungan Antara Temperatur Pirolisis dengan Kadar air

Pada grafik diatas, menunjukkan hasil analisis kadar air. Yang di peroleh yaitu

hasil dari proses perbandingan perekat dan temperatur dengan perbandingan 7:3. Kadar air tertinggi terdapat pada suhu 400⁰ C dengan perekat 15% yaitu 3,86400 %. Briket dengan kadar air yang tinggi akan menyebabkan nilai kalor yang dihasilkan briket tersebut menurun. Hal ini disebabkan energi yang dihasilkan akan banyak terserap untuk menguapkan air. Untuk kadar air terendah pada gambar grafik 4 yaitu suhu 700⁰ C dengan presentase perekat 5% adalah 2,37413%. Suhu yang semakin tinggi akan semakin meningkatkan dehidrasi, sehingga air yang terkandung di dalamarang akan semakin banyak menguap dan kadarnya semakin rendah. Air berpengaruh pada proses pembakaran karbon dan nilai karbon itu sendiri. Kandungan air dalam sampel telah memenuhi standar SNI yaitu 7% [10].

2. Ash (Kadar Abu)

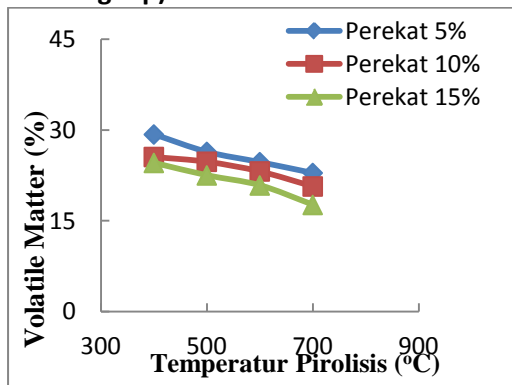


Gambar 3. Grafik Hubungan Antara Temperatur Pirolisis Dengan Kadar Abu

Dari hasil grafik di atas menunjukkan nilai kadar abu tertinggi yaitu pada suhu 700°C dengan presentase perekat 15% adalah 13,10490 %. Kadar abu meningkat seiring dengan bertambahnya temperatur pirolisis dan bertambahnya presentase perekat. Menurut Sudrajat (1985) peningkatan kadar abu terjadi karena terbentuknya garam – garam mineral pada saat proses pengarangan yang bila proses tersebut berlanjut akan membentuk partikel – partikel halus dari

garam – garam mineral tersebut. Kadar abu dipengaruhi oleh besarnya kadar silikat, semakin besar kadar silikat maka kadar abu yang dihasilkan akan semakin besar. Untuk hasil kadar abu terendah yaitu pada suhu 400 °C dengan presentase perekat 5% yaitu 5,1134

3. Volatile Matter (Kandungan Zat Menguap)

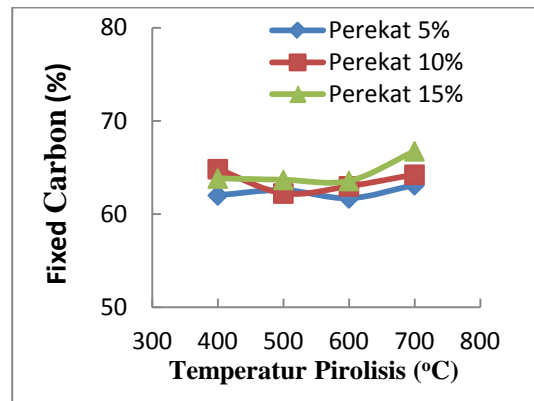


Gambar 4. Grafik Hubungan Antara Temperatur Pirolisis Dengan Volatile Matter

Hasil analisis volatile matter tertinggi yaitu pada suhu 400°C dan presentase perekat 5% yaitu 29,27683 % dan volatile matter terendah pada suhu 700 °C dengan perekat 15% adalah 17.63871 %. Semakin banyak kandungan volatile matter pada biobriket maka semakin mudah biobriket untuk terbakar dan menyala, sehingga laju pembakaran semakin cepat. Pada proses karbonisasi paduan batubara muda dan kulit durian, fixed carbon akan meningkat sementara untuk volatile matter akan menurun

4. Fixed carbon (Kadar Karbon Terikat)

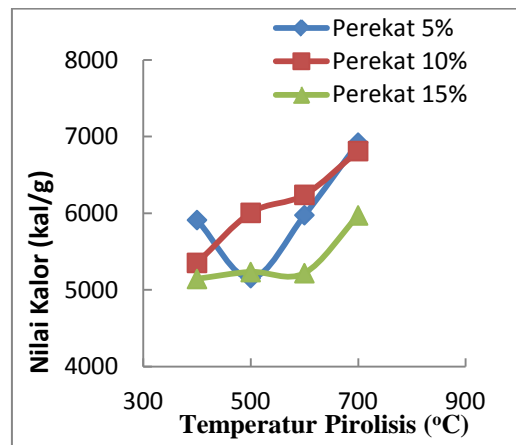
Dari hasil penelitian diperoleh kadar karbon terikat yang cenderung meningkat dengan meningkatnya suhu yang diberikan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sjostrom (1995) yaitu suhu yang semakin tinggi akan meningkatkan kandungan karbon karena dedehidrasi lebih sempurna dan adanya penghilangan produk-produk yang mudah menguap.



Gambar 5. Grafik Hubungan Antara Temperatur Pirolisis Dengan Fixed Karbon

Besarnya kadar karbon padat sangat bergantung dari besarnya kadar air, kadar abu, dan kadar zat menguap. Dimana apabila briket memiliki kadar air, kadar abu, dan kadar menguap tinggi maka kadar karbon terikat akan semakin besar. Semakin tinggi kandungan zat karbon pada suatu zat terikat maka nilai kalornya akan semakin tinggi pula. Pada gambar 7 grafik di atas, hasil analisis fixed carbon tertinggi yaitu 66,73969 % pada suhu 700°C dan fixed carbon terendah 61,68249 %. dari hasil fixed carbon memenuhi standar jepang yaitu 60-80%.

5. Nilai Kalor



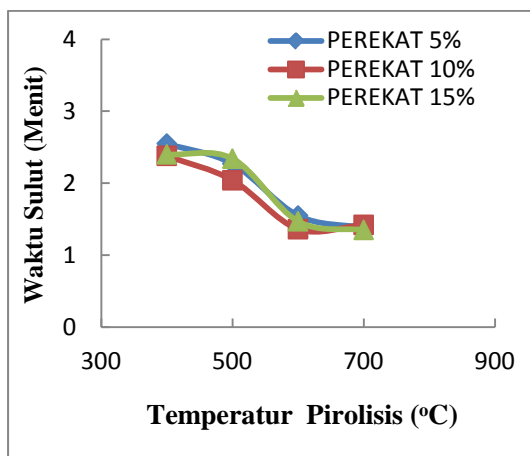
Gambar 6. Grafik Hubungan antara Temperatur Pirolisis dengan Nilai Kalor

Dari hasil grafik di atas, nilai kalor briket paduan batubara muda dan kulit durian berkisar 5144 kal/gr-6922 kal/gr. Dari hasil nilai kalor memenuhi standar SNI(5000 kal/gr). Nilai kalor tertinggi terdapat pada temperatur 700 (°C) yaitu 6922,0732. Hal ini di sebabkan karena semakin tinggi fixed carbonnya maka nilai kalornya semakin tinggi. Menurut Paisal (2014) nilai kalor sangat di pengaruhi oleh semua komposisi pengujian.kadar air. kadar abu. fixce karbon, dan volatile metter. Selain itu juga faktor jenis bahan baku sangat mempengaruhi besarnya nilai kalor bakar briket arang yang dihasilkan. Tiap bahan baku memiliki kadar karbon terikat yang berbeda-beda sehingga mengakibatkan nilai kalor bakar yang berbeda-beda pula untuk tiap jenis bahan baku briket arang.

6. Uji Nyala Briket

a. Waktu Sulut

Dari grafik di atas menentukan waktu sulut pembakaran briket. dimana pada hasil waktu sulut terlama yaitu pada temperatur 400 °C. Lama waktu sulut pada briket 400 °C dengan perekat 5% yaitu 2,55 menit. Semakin lama waktu sulut maka hasil waktu ujinyala menjadi abu semakin cepat. Karna daya bakar pada briket semakin cepat membara dan cepat menjadi abu.



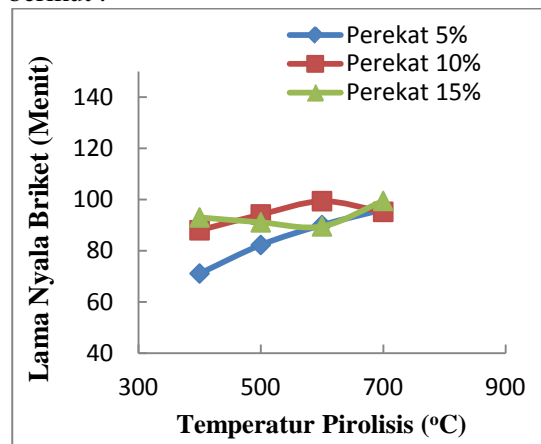
Gambar 7. Grafik Pembakaran Briket Hubungan Antara Temperatur dengan

Sementara hasil waktu sulut terendah yaitu pada temperatur 700 °C yaitu 1,35 menit dengan lama nyala 99,48 menit. Semakin cepat waktu sulut maka akan membutuhkan waktu nyala yang cukup lama.

a. Lama Nyala Briket

Briket *hybrid* batubara muda dan kulit durian dibakar untuk mengetahui lama pembakarannya. Pengukuran dilakukan mulai pada saat briket*hybrid* batubara muda dan kulit durian terbakar dan menghasilkan bara sampai semua briket menjadi abu. Laju pembakaran briket menentukan waktu nyala yang bergantung pada kandungan *volatile matter* dan nilai kalor [11].

Dari hasil Uji Nyalabriket data lama briket dapat dilihat pada grafik Gambar 8 berikut :



Gambar 8. Grafik Hubungan Temperatur Pirolisis dengan Lama Nyala Briket

Dari hasil grafik di atas menentukan hasil lama nyala briket. dimana lama briket menjadi abu yaitu pada suhu 700 °C dengan waktu 99,48 menit dimana semakin tinggi temperatur pirolisis dengan perekat yang tinggi maka akan membutuhkan waktu yang lama dalam ujinyala hal tersebut dapat di lihat pada gambar 8, grafik hubungan antara temperatur pirolisis dengan waktu lama nyala briket. Penentuan temperatur pembakaran juga dilakukan dengan menembakkan thermometer *infra-red* pada briket selama proses pembakaran sedang berlangsung, lama nyala briket berpengaruh pada kandungan

kadar air. maka sebelum di lakukan ujinya pada briket, briket terlebih dahulu di keringkan dengan suhu 105 °C pada tanur untuk menghilangkan kandungan air. Hasil uji nyala dan waktu sulut pada briket cenderung berpengaruh semua akibat masih adanya senyawa yang terkandung di dalam briket atau senyawa-senyawa yang terkandung dalam briket pada perekat asap cair yang mudah terbakar dan tidak, sehingga mempengaruhi lama dan sulutnya hasil ujinya.

5. KESIMPULAN

Telah dilakukan penelitian kualitas briket hybrid menggunakan analisis proksimat, nilai kalor, dan uji nyala. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat analisis proksimat, menentukan nilai kalor dan uji nyala terhadap suhu pirolisis. Briket hybrid di buat dengan menggunakan *Liquid Volatile Matters* (LVM) sebagai perekat yang bervariasi dengan komposisi 5%, 10%, 15% dari sampel hasil massa. Uji kualitas briket hybrid meliputi: kadar air, kadar abu, volatile matters, fixed carbon, nilai kalor dan uji nyala. Peningkatan suhu pirolisis dapat mengurangi kadar air, volatile matters dan meningkatkan fixed carbon, kadar abu dan nilai kalor. Briket hybrid memiliki nilai kalori berkisar antara 5144,79kal/g - 6922,07 kal / g.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Violet, H.,2007. *Manfaat Kulit Durian Selezat Buahnya*. Jurnal. UNLAM
- [2]. Widiya, dkk. 2005. *Pengaruh Suhu dan Waktu Distilasi Terhadap Komposisi Kimia Asap Cair Dari Kulit Durian*. Universitas Indonesia UI-Press. Jakarta
- [3]. Darmadji, P. 2002. *Optimasi Pemurnian Asap Cair dengan Metode Redistilasi*. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan 8(3);267-171.
- [4]. Ismun, 1998, *Pemanfaatan Limbah Kulit Durian Sebagai Produk Briket di Wilayah Gunung Pati Kabupaten Semarang*, Universitas Wahid Hasim Semarang. Jawa Tengah.
- [5]. M. Jahiding, L.O Ngkoimani, E.S. Erzam dan S. Maymanah, 2011. *Analisis Proksimasi dan Nilai Kalor Bioarang Sekam Padi Sebagai Bahan Baku Briket Hybrid*. Jurnal aplikasi Fisika vol 7 Nomor 2, 2011:77-83. Jurusan Fisika MIPA Universitas Haluoleo.
- [6]. Dinas Pertambangan dan Energi Provinsi Sulawesi Tenggara, 2007. *Laporan Penyelidikan Batubara Kec. Ngapa Kab. Kolaka Utara Provinsi Sulawesi Tenggara*. Sulawesi Tenggara.
- [7]. Aprian R, 2002, *Pengelola Sampah Plastik Menjadi Minyak Menggunakan Proses Pirolisis*, Jurnal, Ilmiah Teknik Lingkungan., Vol.4,No.2.2002.
- [8]. Rodiansono, Trisunaryanti,W.,dan Triyono,2007, *Pembuatan, dan Uji Aktivitas Katalis NiMo/Z pada Reaksi Hidrorengkah Fraksi Sampah Plastic menjadi Fraksi Bensin*, Berkala MIPA,17 [2].
- [9]. Subriyer,D. 2008, *Pengaruh Kondensasi Pada Pembuatan Asap Cair Dari Ampas Tebu*, Jurnal Teknik Kimia, No.4 Vol.4.15,2008.
- [10].Sudrajat, R., 2002. *Pengaruh Bahan Baku, Jenis Perekat dan Tekanan Kempa Terhadap Kualitas Briket Arang*. Laboratorium PPPHH No. 165:7-17. Bogor.
- [11].Subroto, Himawanto D.A., Sartono., 2004. *Pengaruh Variasi TekananPengepresan terhadap Karakteristik Mekanik dan Karakteristik Pembakaran Briket Kokas Lokal*. Surakarta: UMS. Jurnal Teknik Gelagar, Volume 18 No. 01, Hal 73 – 79